UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DIATOMEEN

INSBESONDERE ÜBER IHRE

BEWEGUNGEN

UND IHRE

VEGETATIVE FORTPFLANZUNG

VON

ERNST HALLIER.

MIT ZWEI TAFELN IN FARBENDRUCK.

GERA-UNTERMHAUS.
VERLAG VON FR. EUGEN KÖHLER.
1880.

VORWORT.

Als ich im Jahre 1879, zunächst nur um die hiesige Diatomeenflora genauer kennen zu lernen, mich mit dieser merkwürdigen Organismengruppe zu beschäftigen anfing, da machte ich beiläufig einige Beobachtungen über ihre Zelltheilung und Bewegung, welche mir mit den über diese Vorgänge herrschend gewordenen Hypothesen durchaus nicht im Einklang zu stehen schienen.

Ich habe bei meinen mikroskopischen Arbeiten von jeher das Schicksal gehabt, herrschenden Ansichten entgegentreten zu müssen.

Hier betrete ich nun einen neutralen und leichter controlirbaren Boden und erwarte strenge Prüfung der von mir vorgetragenen Thatsachen.

Meine Untersuchungen richten sich zunächst auf die Zelltheilung und auf die Form und Ursache der Bewegung. Für die Zelltheilungsvorgänge habe ich zu zeigen, dass sie in ganz ähnlicher Weise stattfinden, wie bei manchen Algen. So z. B. hat die Theilung bei Melosira grosse Aehnlichkeit mit den

Vorgängen, welche Pringsheim zuerst bei Oedogonium nachgewiesen hat, während sie bei Navicula, Frustulia, Surirella und anderen schiffchenförmigen Gestalten noch weit einfacher verläuft. Die Schachtelhypothese, die von vornherein viel Unwahrscheinliches enthält, ist damit beseitigt. Von der Schachtelbildung zeigen die herrlichen klaren Bilder der Zeiss'schen Oel-Immersionssysteme bei nahezu 2000facher Vergrösserung keine Spur; dagegen sieht man den Theilungsprozess in sehr einfacher Weise vollständig sich vollziehen.

Die Bewegung soll nach Neueren hervorgerufen werden durch das rotirende Plasma, welches aus einem Spalt durch die Hauptseite schwach hervortreten soll. Mit den erwähnten Systemen ist vom Spalt nichts wahrzunehmen, wohl aber sieht man, dass die Bewegung für eine so einfache Vorrichtung, deren Eigenart im ganzen Organismenreich kaum ihres Gleichen finden würde, viel zu verwickelt ist; — man sieht aber auch sofort die Bewegungsursache in der Contraktilität des Gesammtumrisses der jugendlichen Diatomeenzelle hervortreten, wodurch die Bewegung sich derjenigen der Flagellaten unmittelbar anschliesst. Dieses Resultat ist von Bedeutung für die Descendenzlehre, denn es zeigt, dass die Diatomeen in der That weder Thiere noch Pflanzen oder beides zugleich sind, denn wenn ihre Ernährung, ihre Auxosporenbildung und ihre Zelltheilung sie den Conjugaten beigesellen, so ist dagegen die Bewegung diejenige niederer Thiere und mit Ausnahme der Oscillarineen, wo die Bewegung dieselbe Ursache zu haben scheint, kommt eine derartige Eigenbewegung der ganzen vegetativen Zellwand im Pflanzenreich kaum vor.

Grosse Irrthümer beruhen in der Regel auf falschen Vorstellungen von fundamentaler Bedeutung. So auch hier. Die falsche Grundvorstellung, welche Schachtelhypothese und Bewegungshypothese zur Folge gehabt hat, ist diejenige von der absoluten Starrheit des „Kieselpanzers“ bei der jugendlichen Diatomeenzelle. Die völlige Unrichtigkeit dieser Vorstellung ist unschwer nachweisbar. Alles Weitere wird man unten bei der Darstellung der Vorgänge angegeben finden; hier sollte nur kurz angedeutet werden, was der Leser zu erwarten hat.

Auf eine gehässige Polemik gegen frühere Arbeiten, wie sie leider von einigen Zeitschriften gehegt und gepflegt wird, lasse ich mich nicht ein. Die Wissenschaft ist den früheren Forschern Dank schuldig, auch da, wo sie geirrt haben; denn sie haben auf alle Fälle zu wichtigen Arbeiten Anregung gegeben und bedeutungsvolle Fragen zu weiterer Erörterung geführt.

Nun noch ein Wort über die Ausführung meiner Arbeit. Es sind zu derselben benutzt worden alle Trockensysteme von Herrn C. Zeiss und die Wasser-Immersionssysteme L. und M. von derselben Firma mit Vergrösserungen bis zu 2500 lineare, sowie das schöne $^1/_{18}$ Zoll Immersionssystem. Alle Figuren sind mit der Camera lucida angelegt. So lange es irgend möglich war, wurden nur schwache Oculare benutzt; indessen ist es grade einer der Hauptvorzüge des Zeiss'schen Oel-Immersionssystems, dass man hier starke Oculare anwenden kann unbeschadet der Helligkeit und Klarheit des Bildes.

Seit einiger Zeit arbeitet mein Freund, Herr Apotheker Prollius gemeinschaftlich mit mir und ist derselbe unbeeinflusst

durch mich und durch die Ergebnisse meiner Arbeiten, die er nicht kannte, mehrfach zu denselben Resultaten gekommen. Er arbeitet mit meinem grossen Merz'schen Instrument mit den Immersionssystemen von $^1/_{18}$ Zoll und $^1/_{30}$ Zoll Brennweite.

Möge diese Arbeit dazu beitragen, über eine der wichtigsten Organismengruppen mehr Licht zu verbreiten.

Jena, im Februar 1880.

Ernst Hallier.

Melosira varians.

1. Die Theilungsvorgänge.

Als ich mich entschlossen hatte, eine kritische Untersuchung zur Entscheidung der Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Schachtelhypothese vorzunehmen, da musste ich mir zuerst die Frage vorlegen, bei welchen Diatomeen wohl die Schachtelbildung, falls sie wirklich vorhanden wäre, am leichtesten zu beobachten sein würde. Prinzipiell konnte die Beantwortung dieser Frage auf keine Schwierigkeit stossen. Selbstverständlich mussten solche Gebilde untersucht werden, bei denen die Nebenseite oder die sogenannten Gürtelbänder möglichst lang entwickelt waren.*) In unserer ganzen Süsswasser-Diatomeen-Flora ist kein Objekt für diese Untersuchung dermassen geeignet, wie die mit langer cylindrischer Nebenseite versehene: Melosira varians. Wenn überhaupt bei irgend einer Diatomee die Gürtelbänder in ihrem schachtelförmigen Ineinanderstecken sichtbar zu machen sind, so musste es hier der Fall sein, und zwar musste es so erscheinen, wie es der Reihenfolge nach die schematischen Figuren 1—5 Taf. 1 zeigen.

In Figur 1 stecken beide Schachteln noch fest in einander,

*) Ich verwerfe aus Gründen, die weiter unten klargelegt werden, die Bezeichnungen: „Gürtelbänder“ und „Panzerplatten.“ Hauptseite heisst nach Rabenhorst und Anderen die der Theilungsebene parallele Seite, Nebenseite ist die um 90⁰ von der Theilungsebene abweichende.

so dass man sie vielleicht nicht deutlich differenzirt sieht. In Figur 2 hat sich die rechte kleinere Schachtel ein klein wenig nach rechts aus der linken herausgezogen, so dass bei l die Grenze der rechten, bei l[1] die Grenze der linken Schachtel sichtbar wird. In Figur 3 ist die rechte Schachtel ein gutes Stück weiter nach rechts gerückt, und die Grenzlinien sind bei l und l[1] sichtbar. In Figur 4 hat sich die rechte Schachtel vollständig aus der linken herausgezogen, die Grenzflächen l und l[1] werden also zusammenfallen und genau in der Mitte liegen und die Zelle die doppelte Länge erlangt haben. Ist die Schachtelhypothese richtig, so muss man nicht nur die hier vorausgesetzten Erscheinungen bei einem so groben Objekt wie Melosira es ist, scharf und deutlich beobachten können, sondern es müsste auch die Theilung genau an der Stelle und in dem Moment erfolgen, wo sich die Schachteln gerade vollständig aus einander geschoben haben, wie Fig. 5 zeigt. Sehen wir zu, ob diese Voraussetzungen durch die Beobachtung Bestätigung finden. Ich muss hier ausdrücklich hervorheben, dass ich vor Beginn meiner Diatomeen-Studien keineswegs gegen die Schachtelhypothese irgend ein Vorurtheil hatte; vielmehr habe ich sie in meinen akademischen Vorlesungen stets nach der Arbeit von Pfitzer vorgetragen.

Das einzige Bedenken gegen die Zuverlässigkeit früherer Angaben stieg mir auf bei der Erwägung, dass die früheren Forscher ihre Hypothese grade vorwiegend auf die Untersuchung schiffchenförmiger Gestalten mit sehr schmaler Nebenseite, wie z. B. Frustulia, Navicula, Pinnularia u. a. gegründet hatten, bei denen die direkte Beobachtung der Schachtelbildung weit grössere Schwierigkeiten zu überwinden haben musste.

Für Melosira konnte es mir an Material niemals fehlen. Diese überall verbreitete Form findet sich im ersten Frühjahr in der Umgebung von Jena in allen Bächen in fadenförmigen Aggregaten, welche an lebenden Pflanzen wie z. B. Brunnenkresse, Berula, sowie auch an in's Wasser gefallenen Zweigen,

Blättern u. s. w: in zierlicher Weise fluthend sich anheften und dem blossen Auge durch ihre schöne sienabraune Farbe als Diatomeen sich zu erkennen geben.

Bisweilen findet man in den langen aus cylindrischen Zellen bestehenden Fäden alle Zellen von gleicher Grösse, etwa $1^1/_2$ Mal so lang wie breit nach vollständig vollzogener Theilung. Sind sie dagegen in Theilung begriffen, so haben die ersten Stadien derselben die Beschaffenheit der Zellen 6—8 Tafel I. In Fig. 6 sieht man in der völlig ausgewachsenen Zellwand in der Mitte bei m einen zarten aber deutlich sichtbaren Riss entstanden, welcher ringförmig um den ganzen der Nebenseite angehörigen Zellumfang verläuft. Die Membran zerreisst grade so durch einen Cirkelschnitt wie bei Oedogonium, nur dass hier der Riss genau in der Mitte der Zelle eintritt. Die beiden Zellwandhälften haben nun also die Gestalt zweier kurzer Rohre, welche an den von einander abgewendeten Seiten durch die Hauptseitenwände geschlossen, in den einander zugewendeten Seiten dagegen durch den Riss geöffnet sind. Nun werden sie durch Wachsthum des Plasma aus einander gedrängt und der dadurch nackt werdende Theil des Plasma hat bereits vorher und zwar rings um die ganze Zelle wieder eine anfangs zarte Membran ausgeschieden. In Folge der Entfernung der beiden Zellhälften von einander werden selbstverständlich nun zwei Grenzlinien sichtbar (Fig. 7 m und m^1 Taf. I), welche auch sofort als Kreise deutlich werden, während man beim ersten Auftreten des Spalts nur eine einzige sehr zarte Linie gewahrt (m Fig. 6 Taf. I). Die beiden Zellwandrohre schieben sich so lange aus einander, bis die Zelle das Doppelte ihrer ursprünglichen Länge erreicht hat (Fig. 8, m und m^1 Tafel I). Nun tritt die Theilung ein und zwar genau in der Mitte zwischen den beiden durch den Ringschnitt gebildeten Grenzlinien m und m^1.

Alles bisher Geschilderte ist also nur ein Häutungsprozesz, hervorgerufen durch rasches und energisches Längenwachsthum des Plasma.

Dass dem wirklich so ist, kann man sehr leicht beweisen, wenn man auf eine Zelle kurz vor Beginn der Theilung Salpetersäure einwirken lässt. Der Plasmakörper mit den Endochromkörnern zieht sich nun von der Wand zurück (p Fig. 9 Taf. I) und man kann durch leichten Druck die beiden Zellhälften aus einander sprengen. Genau in der Mitte, wo die Theilwände auftreten würden, zerreisst die neugebildete Zellwand durch einen Ringschnitt (n, n^1 Fig. 9 Taf. I) und die eine Zellhälfte liegt als leerer rechts geschlossener links offener Cylinder neben der anderen, in welcher das Plasma steckt. Man sieht sehr deutlich, dass zwischen den beiden durch den Ringschnitt getrennten Hälften der alten Muttermembran bereits eine neue, wenn auch noch zarte Zellwand ausgeschieden ist, welche immerhin schon so spröde ist, dass sie Neigung zeigt, in der Mitte durch einen neuen Ringschnitt zu zerreissen (n und n^1 Fig. 9 Tafel I).

Lässt man auf die Zellen Glycerin einwirken in dem Moment wo sich der Ringschnitt bildet, so zieht sich das Plasma grade in der Mitte der Zelle zu einem linsenförmigen Körper zusammen (Figg. 11, 12, 13, 14 Tafel I): es ist also genau in der Mitte orientirt um diese Zeit. Haben sich dagegen die beiden Zellwandstücke schon um die Länge der Zelle von einander entfernt, so dass die Theilung nahe bevorsteht, so zeigt das Plasma Neigung zur Spaltung in zwei Theile, welche an den Grenzen der Mutterzellwandstücke bei m und m^1 orientirt sind. Hier contrahirt sich das Plasma zu je einer halbkugeligen farbigen Masse; beide endochromhaltigen Plasmahälften werden anfangs noch durch ein farbloses Plasmaband zusammengehalten (Fig. 10 Taf. I). In dem unmittelbar darauf folgenden Stadium bewirkt das Glycerin eine vollständige Trennung des Plasma in zwei unregelmässig begrenzte endochromhaltige Massen, welche um die Grenzen der ursprünglichen Zellhaut m und m^1 orientirt sind.

Das nächstfolgende Stadium der Zelltheilung ist die Bil-

dung der Scheidewand. Diese studirt man am besten, wenn man die Zellen während der Theilungsvorgänge mit Salpetersäure behandelt, so dass das Plasma sich contrahirt und die Vorgänge im Centrum der Zelle sichtbar werden.

Figg. 16—18 Tafel I zeigen drei verschiedene Grade der Theilung. Bei 17 ist das Plasma in zwei sphaeroidische Portionen contrahirt, aber von der Wandbildung ist noch nichts zu sehen. In Figur 16 hat sich in der Mitte eine einfache Wand gebildet, von welcher sich die beiden Plasmasphaeroide zurückgezogen haben. In Fig. 18 ist die Wand gespalten und dadurch zur Doppelwand geworden. Die Vorgänge sind hier also ganz normale wie sie bei Pflanzenzellen unzählige Male beobachtet worden sind.

Das Resultat aller bisherigen Beobachtungen ist also folgendes:

Die Zellen von Melosira machen vor der Theilung einen Häutungsprozess durch, indem die Nebenseite in der Mitte durch einen Cirkelschnitt gesprengt wird, die beiden dadurch getrennten Wandstücke so lange aus einander gedrängt werden, bis die Zelle die doppelte Länge erreicht hat. Der dadurch inmitten der Zelle freiwerdende Zellinhalt hat bereits vorher ringsum, also auch an der nackten Stelle neue Membran ausgeschieden, welche allmählig derber und dicker wird. Dass ringsum gleichzeitig und schon bei'm Auseinanderschieben der Mutterwand die Zelle sich völlig gehäutet und sich ringsum mit neuer zarter Membran umgeben hat, darüber lässt die Betrachtung mit den herrlichen Zeissschen Oel-Immersionssystemen nicht einen Augenblick im Zweifel, wie man auf Tafel II Figur 36 ausgeführt findet. Ein Unterschied zwischen Panzerplatten und Gürtelbändern ist also bei Melosira gar nicht vorhanden, vielmehr besteht die ganze junge Zellwand aus einem Stücke. In der Mitte der auf ihre doppelte Länge herangewachsenen Zelle theilt sich erst das Plasma in zwei Portionen, darauf scheidet es beiderseits eine einfache Wand aus, die dann durch einen

Schnitt in der Richtung der Theilungsebene gespalten wird zur Doppelwand.

Die Schachtelhypothese findet bei Melosira keine Anwendung. Die Grössenverschiedenheit der Melosira-Zellen, die zwischen sehr weiten Grenzen schwankt, kann also nicht aus der Schachtelhypothese abgeleitet werden, sondern ist wohl wie bei anderen Pflanzen und Thieren durch Ernährungsdifferenzen und überhaupt durch Verschiedenheit der Lebensbedingungen zu erklären.

Die gänzliche Unhaltbarkeit der Schachtelhypothese leuchtet besonders ein, wenn man bedenkt, dass die durch Figg. 1—5 der Taf. I versinnlichten, durch jene Hypothese nothwendig bedingten Voraussetzungen in der Natur keineswegs zutreffen, denn von einem solchen Herausziehen einer Schachtel aus der anderen, sowie von der Grenzlinie der beiden Schachteln ist nicht im Geringsten selbst mit starken Immersionssystemen etwas zu sehen; da man aber den feinen Spalt in der Zellwand sieht, so würde man sicherlich auch die Grenzen der Schachteln wahrnehmen, wenn solche vorhanden wären.

Was die Rolle anlangt, welche der Zellkern bei der Theilung der Zellen von Melosira spielt, so kann ich im Ganzen mich nur der von Pfizer gegebenen Darstellung anschliessen, doch haben meine Beobachtungen in dieser Hinsicht nur untergeordneten Werth, weil meine Arbeit sich im vorigen Jahre nicht speziell auf diesen Punkt gerichtet hat, vielmehr die Beobachtung des Kerns und seines Verhaltens nur eine gelegentliche und beiläufige war; in diesem Jahre aber habe ich in Folge der anhaltenden Winterkälte mir brauchbares Untersuchungsmaterial von Melosira noch nicht verschaffen können. Grössere Sorgfalt habe ich der Untersuchung der Endochrombildungen zuwenden können. Nicht nur für Melosira, sondern auch für Frustulia und mehre andere Formen kann ich die schönen Beobachtungen Pfizers nur bestätigen.

Bei Melosira bildet das Endochrom kleinere oder grössere

meist unregelmässig ausgezackte Körper, wie man sie in den Figg. 6—8 Taf. I gezeichnet sieht. Zwischen ihnen finden sich farblose Partieen des Plasma und, wie bereits weiter oben angegeben, wird unmittelbar vor der Theilung das Plasma an der Theilungsstelle frei von Endochrom (vgl. Fig. 10 Taf. I).

Nicht selten hat das Endochrom die Form kugeliger kleiner Endoplasten, wie Pfizer richtig angiebt und wie man in Fig. 19 abgebildet sieht. Diese Endoplasten*) sind stets mit einem weissen spaltenförmigen Fleck versehen, dessen Bedeutung mir unklar geblieben ist. Geht eine Zelle aus irgend einem Grunde dem Tode entgegen, so nimmt immer das Endochrom die Form von rundlichen Körnern an und wird, wie bekannt, grün; ebenso, wenn eine Säure darauf einwirkt. Fig. 20 Taf. I zeigt eine solche im Absterben begriffene Zelle mit rundlichen grünen Endochromkörnern. Bezüglich des Einflusses der Säure vergleiche man die Figuren 16—18 derselben Tafel.

2. Die Auxosporenbildung.

Es könnte nach der Darstellung von Pfitzer überflüssig erscheinen, die Auxosporenbildung von Melosira nochmals zu schildern; indessen geben meine Beobachtungen doch eine wesentliche Erweiterung der Vorgänge und namentlich setzen sie die Häutungsprozesse, welche mit allen Zelltheilungen von Melosira verbunden sind, auf's Neue in ein klares Licht, da sie bei der Auxosporenbildung ganz gleich sind denjenigen bei der gewöhnlichen vegetativen Theilung.

Dass der Auxosporenbildung genau derselbe Häutungsprozess vorangeht wie der vegetativen Theilung, d. h. dass durch Bildung eines Ringschnitts in der Mitte der Zelle die Zellwand in zwei nach innen offene, nach aussen geschlossene Cylinder zersprengt wird, die sich dann durch allmählige Ausdehnung

*) Unter „Endoplast“ verstehe ich jede organisirte Bildung im Innern der Zelle. Vergl. meine Schrift: Die Plastiden. Leipzig 1878.

des Plasma von einander entfernen, das wird sofort klar, wenn man auch nur bei ganz mässiger Vergrösserung eine Auxosporenkette prüft (Figg. 21—26 Taf. I). Jede fertige Auxospore sitzt mit ihren beiden ungleichen Enden in zwei leeren cylindrischen nach aussen geschlossenen Häuten (h und h[1] Figg. 21—26). Sehr deutlich wird dieses Verhältniss, wenn man Auxosporen in verschiedenen Entwickelungsstadien mit Salpetersäure behandelt und mit sehr starken Immersionssystemen betrachtet. In Fig. 27 Taf. I ist die Auxospore eben fertig angelegt, aber ihre Membran noch äusserst zart. Bei h hat sie sich noch stärker aus der linken Zellhälfte h zurückgezogen als vor der Behandlung mit Säure bereits der Fall war. Auch bei h[1] hat sie sich durch Contraktion völlig von der rechten Zellhauthälfte getrennt. Sehr beachtenswerth ist dabei, dass die junge Membran keineswegs starr ist, sondern höchst biegsam und daher durch den geringsten Druck Formänderungen und Faltenbildungen erleidet. Fig. 28 zeigt ein ähnliches Bild, nur dass hier die Zellhaut der rechten Seite bereits völlig abgelöst und fortgeschwommen ist. Die Zellwand der Auxospore ist schon weit stärker geworden, sie zeigt deutlich doppelte Umrisse, aber sie ist immer noch biegsam und durch Druck und Stoss veränderlich.

Die Auxospore umgiebt sich während ihres ersten Hervortretens aus der gesprengten Mutterwand mit einer Membran, welche man in Figur 30 noch sehr zart sieht. In diesem Fall ist ihre Wand in der Zellhauthälfte h Fig. 30, welche den späteren Stiel der Auxospore einschliesst, noch nicht deutlich von der alten Zellwand h zu unterscheiden und liegt ihr noch sehr dicht an, während im ganzen übrigen Umriss, namentlich auch an dem zitzenförmigen Vorsprung in der Zellhauthälfte h[1] der doppelte Wandumriss zwar zart aber deutlich zu sehen ist. Später (Fig. 29 Taf. I) sieht man ihn überall ohne Weiteres.

Zwischen der Auxosporenbildung und der vegetativen Zelltheilung besteht in sofern ein wesentlicher Unterschied, als vor der Theilung die durch den Ringschnitt zersprengte Zelle sich

genau auf ihre doppelte Länge ausdehnt, so dass die beiden neu entstehenden Tochterzellen genau die Länge der Mutterzelle erhalten.

Die Auxospore aber übertrifft die doppelte Länge ihrer Mutterzelle um ein Beträchtliches, wie aus dem Vergleich der Figuren 21—30 ersichtlich.

Wie ist nun eigentlich die Auxosporenbildung aufzufassen? Die ersten Vorgänge sind denjenigen völlig gleich, welche der Zelltheilung vorangehen, die Theilung wird aber nicht vollzogen, statt dessen wölbt sich der Zellinhalt sanft nach aussen, während die zersprengten Zellhauthälften sich immer mehr von einander entfernen. Man könnte also die Auxosporenbildung als eine Theilung betrachten, die nicht zu Stande kommt, die gewissermassen in statu nascendi sich anschickt, die grosse Auxospore zu bilden. Auf alle Fälle thut man nicht Unrecht, wenn man die Auxosporenbildung als einen Verjüngungsprozess ansieht und der Name Auxospore ist durchaus passend gewählt, weil die aus ihr hervorgehenden vegetativen Individuen grösser sind als diejenigen, welche der Auxospore den Ursprung gaben. Dieser Name praejudicirt durchaus nicht für die Schachtelhypothese, welche hier genügend widerlegt ist und mit welcher natürlich auch die Hypothese von der allmähligen Verkleinerung der Individuen in Folge der Einschachtelung gänzlich hinfällig wird. Bezüglich der Lage der Auxosporen in der Kette hat Pfitzer bereits die richtige Darstellung gegeben. Liegen, was nicht selten vorkommt, die Auxosporen in einer längeren vegetativen Zellkette ganz isolirt, dann ist natürlich ihre Lage unbestimmt; liegen dagegen mehre in der Kette unmittelbar hinter einander, so sind paarweise abwechselnd die Stielenden und die zitzenförmigen Vorderenden einander zugewendet, wie Figg. 21 bis 26 so deutlich zeigen.

Bisweilen findet innerhalb der fertig gebildeten Auxospore eine zweite Häutung statt, wie man in Figur 31 ein merkwürdiges Beispiel sieht. Wenngleich dieses ein abnormer Fall,

wahrscheinlich ein Nothbehelf in Folge ungünstiger Lebensbedingungen sein dürfte, so ist es doch für die Lehre von der Zellbildung bei Melosira keineswegs unwichtig.

3. Keimung der Auxosporen.

Versteht man unter Keimung die Entwickelung einer vegetativen Bildung aus einer Spore, so fällt auch die hier zu schildernde Entwickelungsgeschichte unter diesen Begriff, so verschieden auch die Vorgänge von der Keimung der Sporen der meisten Kryptogamen sind.

Die Theilung wird auch hier dadurch vorbereitet, dass die ganze Wand der Auxospore grade in der Mitte durch einen Ringschnitt zersprengt wird. Dieser Vorgang, wie ihn Fig. 32 darstellt, ist schon bei weniger als 500facher Vergrösserung ganz deutlich zu sehen.

Bisweilen gelingt es, durch Druck auf das Deckglas die eben durch den Ringschnitt gespaltenen Zellhauthälften zu trennen; dann erhält man so lehrreiche Bilder wie Figur 33, wo die Schalenränder auf der oberen Seite noch zusammen stossen, unten aber von einander gewichen sind, wodurch das Innere sichtbar wird. Man sieht jetzt deutlich, dass der Plasmakörper im Innern der Mutterzellwand (bei p in der Figur 33) schon eine zarte aber deutlich doppelt contourirte Wand gebildet hat, wodurch die in Fig. 31 versinnlichte Häutung neue Bedeutung erhält.

Auf die Sprengung der Schale folgt sehr bald die Wandbildung, wobei die Schalenhälften sich nur äusserst wenig von einander entfernen (Fig. 35). Nun geht die vegetative Zellbildung ganz normal von Statten. Jede Auxosporenhälfte theilt sich zunächst in eine abgerundete oder mit Stiel versehene und eine platte Zelle (Fig. 34). Die beiden so entstandenen platten Zellen häuten sich sehr bald darauf durch den Ringschnitt (r Fig. 34), ohne sich auf die normale Länge auszudehnen und theilen sich. In Fig. 34 hat die vom Auxosporenstiel abge-

trennte Zelle bei r bereits durch den Ringschnitt ihre Wand gesprengt, die vom Auxosporenkopf abgetrennte dagegen noch nicht. Erst die folgenden Zellgenerationen strecken sich bis zur normalen Länge aus und nun stellt die Zellkette einen gewöhnlichen vegetativen Faden dar, der anfangs noch von den Hälften der Auxospore seine eigenthümliche Abgrenzung beibehält.

4. Schlussfolgerungen.

1. Die Schachtelhypothese findet bei Melosira keine Bestätigung, vielmehr besteht die Neubildung vegetativer Zellen in einer Sprengung der Mutterwand durch einen rings um die Nebenseite laufenden Kreisschnitt, darauf folgender Streckung der Zelle um ihre doppelte Länge, wobei mindestens gleichzeitig die junge Wand ringsum zur Ausbildung kommt, und darauf folgender Bildung der Doppelwand genau in der Mitte der Zelle.

2. Für die Annahme, dass durch diesen Theilungsvorgang eine Verkleinerung der Zellen hervorgerufen werde, ist kein Grund vorhanden, da die junge Zellmembran sehr weich und dehnsam ist, sich also leicht wieder auf den ursprünglichen Umfang ausdehnen kann.

3. Der Auxosporenbildung geht ebenfalls eine Sprengung der Zelle durch einen Zirkelschnitt voran, darauf dehnt die sich sanft nach aussen wölbende Zelle sich um mehr als ihre doppelte Länge aus.

4. Der Unterschied zwischen Panzerplatten und Gürtelbändern existirt bei Melosira nicht, vielmehr ist die Zelle durch eine ringsum laufende zusammenhangende Membran völlig geschlossen.

Frustulia saxonica.

1. Zellform und Zelltheilung.

Zur Prüfung der Schachteltheorie musste nothwendigerweise auch eine der schiffchenförmigen Diatomeenarten untersucht werden, auf welche die Vertheidiger jener Hypothese ihre Angaben hauptsächlich stützen. Die Frustulia saxonica, welche Pfitzer als Beispiel benutzt hat, war mir leicht zugänglich, da sie sich im Leitungsrohr des Oelmühlenbachs in unmittelbarer Nähe von Jena in grosser Menge befindet; und da sie auch ein ziemlich bequemes Untersuchungsmaterial darbietet, weil sie nicht grade zu den kleinsten Formen gehört, so beschloss ich, sie genauer zu untersuchen.

Die Hauptseite der Frustulia (Taf. II Fig. 37) ist von starken Rippen umsäumt, welche gegen die verjüngten Enden hin auslaufen. In der Mitte läuft eine Rippe über das ganze Schiffchen hinweg, welche im Centrum eine Lücke zeigt. Mittelrippe und Rand sind durch starke Querrippen verbunden. Die Zelle zeigt in der Mitte einen grossen Kern. Die Endochromplatten liegen rechts und links, die Nebenseite bedeckend (Fig. 38) und greifen auf der Hauptseite mehr oder weniger über, sodass in der Mitte ein endochromfreier spaltenförmiger Raum von grösserer oder geringerer Breite übrig bleibt. Die beiden spitzen Enden des Schiffchens besitzen keine Querrippen, sind sehr gelatinös und überhaupt von dem übrigen Theil der

Zellwand chemisch und physikalisch different. Auf der Nebenseite (Taf. II Fig. 38) sieht man am Rande der Zelle deutlich die Rippen, doch laufen sie nicht über die Nebenseite hinweg, welche überhaupt gar keine Skulpturen zeigt. Die gelatinöse Spitze der Zelle ist einfach contourirt. Die gerippte Zellwand läuft unter dem Zellende aus und besitzt hier eine etwas nach innen gebogene Verdickung.

Fast immer zeigt die Zelle Oeltropfen, meist je einen in der Nähe der beiden Enden (Fig. 38 Taf. II), oft aber auch grössere Massen (Figg. 39. 41 Taf. II).

Die Theilungsvorgänge sind mit dem Oel-Immersionssystem $^1/_{18}$" von Zeiss leicht und sicher zu verfolgen. Sie sind weit einfacher als bei Melosira. Es findet nämlich keine Häutung, keine Sprengung der alten Mutterzellwand statt, vielmehr geht der Theilung lediglich eine Dehnung der Zellwand in der Richtung des Querdurchmessers der Nebenseite voran. Der Querdurchmesser (Fig. 38) vergrössert sich um das Doppelte (Fig. 39). Die nächste Veränderung, welche man wahrnimmt, besteht darin, dass sich an den gelatinösen einfach contourirten Enden eine dreieckige nach innen vorspringende dichtere Region (s Fig. 60 Taf. II) ausbildet. Von beiden Enden aus bildet sich dann eine einfache Scheidewand (Fig. 41 Taf. II), welche nur an den äussersten Enden (s Fig. 41 Taf. II) sehr früh schon gespalten ist. Bevor die Scheidewand auftritt, zeigt sich oft in der Längsachse der Zelle eine Endochromplatte (Fig. 40 Taf. II). Die Scheidewand ist genau in der Mitte ein Weniges angeschwollen. An dieser Anschwellung tritt zuerst der Spalt auf (Figur 42 Taf. II), ausserdem trennt sich die Wand an beiden Enden jetzt in zwei Lamellen (s Fig. 42 Taf. II) und hier bilden sich die Querrippen aus, während die übrige Scheidewand noch ungerippt erscheint. Endlich geht der Spalt in der Scheidewand von der Mitte und den Enden aus durch die ganze Wand hindurch (Fig. 43 Taf. II) und die Anschwellung in der Mitte gleicht sich aus.

Vor dem Auftreten der Scheidewand (Figg. 37—39 Taf. II) ist der Cytoblast in der Mitte sehr deutlich sichtbar. Während sich an den Enden die dreieckigen verdichteten Vorsprünge bilden, (Fig. 40 Taf. II) theilt sich der Kern, und die Tochterkerne rücken der Hauptseite näher, so dass sie auf der Nebenseite (Figg. 40—43 Taf. II) undeutlich werden. Mit der Ausbildung der Scheidewand (Figg. 41—43 Taf. II) ist natürlich eine Spaltung des Endochroms resp. des ganzen Plasmasackes verbunden. Es zeigen sich jetzt in jeder der beiden Tochterzellen in der Nähe ihrer Enden die Oeltropfen (Figg. 40. 42. 43 Taf. II), oder auch grössere Massen von Oel (Fig. 41 Taf. II). Mit der Vollendung des Längsspalts in der Scheidewand hält die Ausbildung der Querrippen gleichen Schritt und sobald der Spalt ganz hindurchgeht, sind auch alle Rippen deutlich sichtbar (Fig. 43 Taf. II).

Das Resultat der Untersuchung ist also ein sehr einfaches. Die Zelltheilung ist von derjenigen anderer Pflanzen gar nicht wesentlich verschieden. Schachtelbildung findet nicht statt. Wäre solche vorhanden, so müsste man die Schachtelgrenzen auf der Nebenseite sehen können; davon ist aber keine Spur zu sehen.

Die junge Zellwand ist keineswegs starr, sondern sehr zart, weich, elastisch und biegsam; sie erstarrt erst im Alter, wenn sie sich zu neuer Theilung anschickt. Darüber vergleiche man auch das weiter unten Mitgetheilte.

2. Bewegungsvorgänge und ihre Ursachen.

Die Bewegung der Schiffchen von Frustulia, Navicula, Surirella, Pinnularia, Cymbella, Synedra und anderen energisch beweglichen Formen ist noch niemals vollständig geschildert worden und das ist eine der Ursachen, warum sich über den Grund der Bewegung falsche Vorstellungen festgesetzt haben. Die besten und vollständigsten Mittheilungen über die Bewegung hat Borscow gemacht.

Häufig bewegen sich die Schiffchen auf der Hauptseite längere Zeit in der Weise hin und her, wie man es in den früheren Beschreibungen angegeben findet, d. h. man sieht das eine spitze Ende, meistens das hintere, etwas gesenkt und mit dem vorderen gehobenen Ende bewegt sich das Schiffchen vorwärts, seltner ist das vordere Ende gesenkt und das hintere gehoben.

Aus dieser Form der Bewegung hat man die falsche Vorstellung geschöpft, dass dieselbe eine gleitende oder rutschende sei und unter allen Umständen sein müsse. Als Bewegungsursache dachte man sich mit vollem Recht eine energische Bewegung des Plasma, aber um sich diese zu erklären, griff man zu einer durch keine Beobachtung begründeten Fiktion, indem man annahm, ja zu sehen glaubte, dass die Mittelleiste der Hauptseite bei Navicula und Frustulia einen Spalt besitze, durch welchen das im Innern der Zelle rotirende Plasma mit der Aussenwelt communizire.

Diese Annahme ist in jeder Beziehung fehlerhaft.

1) Ein Spalt ist nicht vorhanden. Die stärksten Immersionssysteme zeigen bei Frustulia und ebenso bei Navicula keine Spur davon (vgl. Taf. II Fig. 37). Bei Frustulia ist nur die kleine Unterbrechung inmitten der Mittelleiste sichtbar. Wenn hier auch wirklich das Plasma rotirte, so würde das doch nicht genügen, die Senkung der Spitze des Schiffchens oder gar ein Aufstützen desselben zu erklären.

2) Das Plasma rotirt überhaupt nicht in solcher Weise, dass sich ein abwechselndes Vorwärts- und Rückwärtsrutschen daraus erklären liesse. Den Beweis dafür liefert jede länger fortgesetzte sorgfältige Beobachtung der Vorgänge im Innern des Plasma und ebenso der Vorgänge auf der Aussenfläche der Zelle. Im Innern sieht man häufig Körnchen im Plasma in Bewegung, aber diese Bewegung ist ganz ähnlich derjenigen, wie sie in anderen Pflanzenzellen schon so häufig beobachtet worden ist und zeigt nicht die geringste Correspondenz mit den

Ortsbewegungen der ganzen Zelle. Ebenso wenig correspondirt die Bewegung kleiner Körnchen auf der Oberfläche der Zelle, wenn sie von ihrer klebrigen Aussenschicht festgehalten werden, mit der Ortsbewegung des ganzen Schiffchens. Wenn das auch eine Zeitlang mitunter so scheint, so überzeugt man sich doch bei fortgesetzter Beobachtung gar bald, dass die Beziehung der gleitenden Bewegung dieser Körnchen zur Ortsbewegung der Zelle keineswegs eine derartige ist, dass sie auf regelmässig wechselnde Rotation des Plasma gedeutet werden könnte. Schon der Umstand, dass solche Körnchen sich ebenso gut an der Nebenseite des Schiffchens entlang bewegen, würde gegen jene Annahme sprechen, weit mehr noch indessen die Unregelmässigkeit ihrer Bewegungen, die plötzliche Aenderung ihrer Bewegungsrichtung, ohne dass die entsprechende Aenderung in der Bewegung des ganzen Schiffchens einträte.

Wie ist denn nun die Bewegung und was ist ihre Ursache?

Beobachtet man die Bewegung längere Zeit und an zahlreichen Exemplaren, dann sieht man in derselben unzählige Modifikationen eintreten. Wäre die Bewegung eine gleitende oder rutschende und das aus einem Spalt hervortretende rotirende Plasma die Ursache, dann müsste die Hauptseite stets dem Beobachter zugekehrt sein, denn nur in diesem Fall könnte das rotirende Plasma die Glasplatte berühren. Das ist aber keineswegs der Fall, vielmehr sieht man gar häufig die Schiffchen auf der Nebenseite ebenso energisch fortschwimmen. Oft tritt ein Wechsel in der Lage ein, besonders, wenn zwei schwimmende Schiffchen zusammentreffen. Die Spitzen des Schiffchens sind sehr klebrig, daher sitzt bisweilen die Zelle mit einem Ende auf der Glasplatte fest, stellt sich senkrecht und bewegt den ganzen Körper und den Anheftungspunkt, entweder langsam und regelmässig, oder ruckweise, ja zuckend und unregelmässig. Wie kann dieses durch rotirendes Plasma bewirkt werden?

Ueberhaupt sind Zuckungen des ganzen Körpers etwas sehr Gewöhnliches. Sie treten oft ein, ohne dass ein bestimmter

Anlass wahrzunehmen wäre. In anderen Fällen erfolgen sie auf einen deutlich sichtbaren Reiz. Zu den Fällen der ersten Art gehört es z. B., wenn ein Schiffchen, plötzlich zusammenzuckend, sich von der Hauptseite auf die Nebenseite wirft, oder umgekehrt. Ist dieser Vorgang schon bei der Frustulia saxonica leicht und häufig zu constatiren, so ist er es noch weit mehr bei einigen anderen Diatomeen. Die heftigsten Zuckungen sah ich bei Cymbella gastroides eintreten. Diese Form wirft sich oft abwechselnd ruckweise von der Hauptseite auf die Nebenseite und von dieser wieder auf die Hauptseite. Ueberhaupt sind die Bewegungen bei allen daraufhin von mir studirten Diatomeen analog und immer sehr verschiedenartig und complicirt.

Die Vor- und Rückwärtsbewegung ist keineswegs immer so regelmässig und monoton, wie die früheren Forscher angeben und wie man sie in der That bei manchen Individuen längere Zeit hindurch beobachten kann. Oft macht ein Schiffchen eine längere Reise in grader Richtung oder in einem grossen Bogen wie ein umwendendes Dampfboot. Treten ihm Hindernisse in den Weg, so bewegt es sich rückwärts oder es schnellt mit einem Ruck zurück, oder aber es drängt eigensinnig vorwärts, die Hindernisse überwindend oder sich zwischen ihnen hindurchdrängend.

Stösst ein Schiffchen auf die Flanke eines anderen, so zuckt dieses häufig zusammen, gleichsam als wäre es gekitzelt.

Das Rutschen oder Gleiten auf dem einen aufsitzenden Ende findet überhaupt nur gelegentlich statt und jedenfalls weit seltner, als man bei Beobachtungen mit schwach vergrössernden Systemen zu sehen glaubt. Fast immer ist die Bewegung ein freies Schwimmen, wie Borscow sehr richtig angiebt. Dabei ist allerdings oft das eine, meistens das hintere Ende, etwas gesenkt, ohne sich jedoch aufzustützen. Gar nicht selten schwimmen mehre Schiffchen in verschiedener Richtung so nahe an einander vorbei, dass sie sich berühren, wie in dem Figur 44

Taf. II dargestellten Fall. Alle bisherigen Arbeiten gehen von der Vorstellung aus, die bewegliche Zelle besitze eine starre Membran. Diese Vorstellung, die sich schon in den Ausdrücken „Kieselpanzer“, „Panzerplatten“ etc. dokumentirt, ist grundfalsch. Die Membran der jugendlichen beweglichen Zelle ist sehr zart, biegsam und im höchsten Grade elastisch. Die Kieselpartikelchen, deren Ablagerung mit dem Altern der Zelle beträchtlich zunimmt, sind anfangs im höchsten Grade verschiebbar, denn die ganze Membran ist biegsam.

Stösst ein Schiffchen auf die Flanke eines anderen wie bei s Fig. 45 Taf. II, so bildet sich hier momentan ein Eindruck. Bisweilen fährt die Spitze eines Schiffchens längs der ganzen Flanke eines anderen entlang. In diesem Fall wandert der Eindruck an der Flanke entlang, dicht hinter der ihn hervorrufenden Spitze wieder verschwindend. Schieben zwei Schiffchen mit den Flanken an einander vorbei, so erhalten sie einen längeren Eindruck, namentlich, wenn eine Nebenseite sichtbar ist, wie bei n Fig. 45 Taf. II.

Zur Beurtheilung der Natur der Bewegung ist durchaus eine genauere Kenntniss von der Beschaffenheit der jugendlichen Zellwand unerlässlich, als wie sie aus den früheren Arbeiten hervorging.

Behandelt man die jugendliche bewegliche Zelle mit Chlorzink-Jod, so färbt sich die ganze Zelle, auch der vermeintliche Kieselpanzer, gelbbraun. Es ist also noch gar keine Zellwand vorhanden; vielmehr ist die äussere ebenfalls stickstoffreiche und kieselhaltige Schicht als eine dichtere Lage des Plasma, als Hautschicht oder Mantelschicht desselben zu betrachten (vgl. Fig. 46 Taf. II). Dass die jugendliche Zelle keineswegs von einem starren Panzer umgeben ist, sondern nur von zarten und äusserst biegsamen Umrissen, wird sofort klar, wenn man nach vorheriger Einwirkung von Chlorzink-Jod oder Salpetersäure auf die Zelle einen starken Druck ausübt. In diesem Fall verschieben sich die Umrisse der Zelle wie man in Fig. 47

Taf. II sieht auf die unregelmässigste Weise, wobei häufig die quergerippte verbogene kieselhaltige Mantelschicht sehr deutlich zu sehen ist. Alte ausgewachsene Zellen verbiegen sich unter solchen Verhältnissen nicht, sondern die nun als stickstofffreie Zellwand ausgeschiedene Mantelschicht zerbricht in Stücke. Im Alter tritt daher auch Unbeweglichkeit der Zellwand ein.

Bei sorgfältiger Beobachtung mit den starken Oel-Immersionssystemen nimmt man sehr deutlich wahr, dass der ganze Umriss der jugendlichen Zelle beweglich ist, die Spitzen schwanken hin und her und die Mantelschicht ist in zuckenden und zerrenden Contraktionen begriffen ganz ähnlich wie bei den Flagellaten. Es ist also richtig, dass die Bewegung des Plasma die Ursache der Ortsbewegungen des ganzen Schiffchens ist, aber nicht durch Rotation, sondern durch Contraktionen des ganzen Körpers. Die Bewegung, welche bei den Oscillarineen ähnliche Ursachen hat, ist also derjenigen der niederen Thiere, insbesondere der Flagellaten, zu vergleichen und hat eine solche Form wie sie bei zweifellosen Pflanzen im ganzen Pflanzenleib, also abgesehen von der Bewegung von Schwärmern und Amoeben, nur sehr selten vorkommt, ja vielleicht niemals, wenn man die Oscillarineen und Diatomeen nicht als zweifellose Pflanzen betrachten will; denn bezüglich ihrer Fettbildung und ihrer Bewegungserscheinungen stehen sie den Thieren näher, bezüglich der Chlorophyllbildung und namentlich bezüglich ihrer Fortpflanzung verhalten sie sich wie Pflanzen; man darf sie also wohl als Protisten betrachten in dem Sinne, dass bei ihnen die Aufgaben der Pflanzen- und Thierwelt sich noch nicht differenzirt haben, dass die Arbeitstheilung in dieser Richtung noch nicht vollzogen ist.

Schlussfolgerungen.

1. Frustulia saxonica (ebenso Navicula, Cymbella und wahrscheinlich alle beweglichen Diatomeen) besitzt im jugendlichen Zustand keine eigentliche Zellwand, sondern ist, ähnlich den

Flagellaten, eine nackte plasmatische Zelle, aussen von einer zarten, contraktilen, kieselhaltigen, höchst biegsamen Mantelschicht umkleidet, welche erst bei der alternden Zelle als stickstofffreie Zellwand ausgeschieden wird.

2. Die Bewegung der Frustulia (sowie anderer Diatomeen) wird durch die bewegliche contraktile Mantelschicht des Plasma erzeugt und ist eine im höchsten Grade complicirte.

3. Ein Spalt ist in der Mittelrippe der Hauptseite nicht vorhanden.

4. Eine regelmässige Rotation des Plasma, welche als Bewegungsursache der Diatomeenzelle gelten könnte, existirt nicht.

5. Die sogenannte Schachtelhypothese findet auf Frustulia saxonica (und auf Navicula) keine Anwendung.

6. Der Zelltheilung bei Frustulia (und bei Navicula) geht eine Dehnung der Zelle im Sinne des Querdurchmessers der Nebenseite, aber keine Sprengung der äusseren Zellwand wie bei Melosira voran, ausserdem eine Theilung des Kerns und eine Wanderung der beiden Tochterkerne nach der Hauptseite hin.

7. Während das Plasma sich der Länge nach spaltet, sieht man zuerst an den beiden Enden der Zelle die Wand (oder richtiger Mantelschicht) als kleine dreieckige Massen entstehen, darauf entsteht eine einfache Längswand, welche anfangs rippenlos ist, dann an den beiden Enden, gleich darauf in der etwas angeschwollenen Mittelpartie sich in zwei Lamellen spaltet und nun von der Mitte nach den Enden hin ihrer ganzen Länge nach in eine Doppelwand zerlegt wird, an welcher sich ringsum die Rippen ausbilden.

8. Nach der Trennung der Schwesterzellen dehnen sie sich an den Enden in die Quere und bilden hier die gelatinösen aber kieselhaltigen stickstofffreien Spitzen aus, welche durch die Längsrippen mit einander verbunden sind.

Bemerkungen zur Literatur.

I. Melosira.

Kützing*) giebt von Melosira varians eine sehr gute Habitusabbildung, sowohl der vegetativen Zellen als auch der Auxosporen. Der Spalt der äusseren Zellmembran, welcher der Theilung vorangeht und die später entstehende Trennungswand der Tochterzellen sind in der Zeichnung noch nicht unterschieden.

Die Abbildungen bei Rabenhorst**) sind sehr schematisch gehalten, so z. B. die Auxosporen als Kugeln gezeichnet; der Spalt ist an den Auxosporen als Mittellinie sichtbar, dieselbe aber nicht als Spalt gedeutet, überhaupt eine Deutung nicht versucht worden.

Die besten mir bekannten Abbildungen von Melosira varians finden sich in der Abhandlung von Pfitzer.***) Wie meine Arbeit sich zu der Pfitzerschen Hypothese der Schachtelbildung sowie zu seiner Ansicht von den „Gürtelbändern“ und „Panzerplatten“ verhält, ist aus der oben gegebenen Darstellung zur Genüge klar geworden. Vorsichtigerweise lässt auch Pfitzer in seinen Zeichnungen von Melosira varians die Schachtelhypothese unberücksichtigt, nur dass er die eine Zellhälfte etwas kleiner im Höhendurchmesser zeichnet als die andere, was nach der Schachtelhypothese allerdings so sein würde, aber der Wirklichkeit nicht entspricht. Sehr merkwürdig ist, dass Pfitzer

*) F. T. Kützing. Die kieselhaltigen Bacillarien oder Diatomeen. Zweiter Abdruck. Nordhausen 1865. S. 54 Tafel 2 Fig. X, 1—6.

**) L. Rabenhorst. Flora Europaea Algarum Sectio I. Lipsiae 1864. Seite 7 Fig. 8 B. a. b. c und Seite 40; ferner: L. Rabenhorst, Kryptogamen-Flora von Sachsen, der Ober-Lausitz, Thüringen und Nordböhmen; erste Abtheilung. Leipzig 1863. Seite 4 und 15.

***) E. Pfitzer. Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Bacillariaceen (Diatomaceen). Zweites Heft der botanischen Abhandlungen aus dem Gebiet der Morphologie und Physiologie, herausgegeben von J. Hanstein. Bonn 1871. Tafel 6 Figg. 5. 6. Text Seite 120—134.

das so leicht zu beobachtende Zerspringen der äusseren Zellwand durch den Ringschnitt entgangen ist; um so merkwürdiger, als er es bei der Auxosporenbildung gesehen zu haben scheint, wenn auch seine Darstellung dieses Vorganges (a. a. O. S. 133) etwas unklar ist. Seine Zeichnung der Auxosporen ist aber ganz richtig und sehr schön. Wäre er nicht im Bann der Schachteltheorie gefangen gewesen, so würde er offenbar das Richtige gefunden haben.

Borscow*) giebt eine sehr gute Kritik der Schachtelhypothese, ohne grade viele neue Thatsachen hinzuzufügen. Seine Abbildung von Melosira varians (a. a. O. Tab. B. Fig. 4) ist nur dürftig und auch die Mittheilungen über diese Form bieten nicht viel Neues; jedoch zeigen seine Figuren, dass er das Abstreifen der alten Mutterzellwand bei der Auxosporenbildung gesehen hat, wenn auch ohne Kenntniss von dem Absprengen durch einen Ringschnitt. Dagegen zeichnet er sehr deutlich, dass im Innern der Auxosporenwand sich bereits vor der Theilung eine neue Zellwand gebildet hat.

Engelmann**) hat bereits im vorigen Jahr nachgewiesen, dass die Oscillarien ausserhalb ihrer „Membran“ eine Plasmaschicht besitzen. Soweit meine vergleichenden Untersuchungen reichen, verhält sich Oscillaria bezüglich ihrer Bewegungsursache den Diatomeen ganz analog, d. h. die jugendliche Zelle besitzt keine eigentliche Zellwand, sondern nur eine Mantelschicht des Plasma, welche hier wie bei den Diatomeen contractil beweglich ist. Die Erscheinungen an Körnchen, welche auf der Oberfläche der Zelle fortgleiten, erklären sich daraus sehr leicht.

*) E. Borscow. Die Süsswasser-Bacillariaceen des südwestlichen Russlands. Kiew 1873.

**) Th. W. Engelmann. Ueber die Bewegungen der Oscillarien und Diatomeen. Botanische Zeitung 1879 Nr. 4. Sp. 49—56.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I. Melosira varians.

Figg. 1—5 Darstellung der Erscheinungen, welche eintreten müssten, wenn die Schachtelhypothese richtig wäre. 1. eine Zelle, bei welcher die Schachteln noch so fest in einander stecken, dass man sie nicht unterscheiden kann. Bei 2 und 3 hat sich die kleinere rechte Schachtel (r) aus der linken (l) um ein gutes Stück herausgezogen; bei l ist die Grenze der rechten Schachtel, bei l^1 diejenige der linken Schachtel sichtbar geworden. In Fig. 4 haben sich die Schachteln soweit aus einander gezogen, dass ihre Grenzen bei l zusammenfallen; die Zelle hat nun grade ihre doppelte Länge erreicht. In Fig. 5 hat sich an dieser Stelle die Scheidewand gebildet.

Figg. 6—18. Wirkliches Verhalten der Zellen bei der Theilung. Figg. 6—9, 15—18 gezeichnet mit dem Wasser-Immersionssystem L von Zeiss und dem Ocular Nr. 3, bei 1380 facher Linearvergrösserung, Figg. 10—14 mit dem Trockensystem E von Zeiss und dem Ocular Nr. 3, bei 480 facher Linearvergrösserung. Fig. 6. Die Zellwand ist bei m durch den Ringschnitt gespalten. Fig. 7. Durch Dehnung des Zellinnern haben sich die beiden Spaltstücke der äusseren Zellwand um das Stück von m bis m^1 von einander entfernt. Fig. 8. Die Entfernung von m bis m^1 ist so gross geworden, dass die Zelle die doppelte Länge erreicht hat. Fig. 9. Der Plasma-

sack einer solchen Zelle ist durch Salpetersäure contrahirt. Man unterscheidet deutlich die ursprüngliche durch den Ringschnitt zersprengte Zellwand und die neugebildeten Theile m n und m^1 n^1, welche durch Druck in der Mitte mit einem Ringschnitt von einander getrennt sind. Figg. 10—14. Zellen in verschiedenen Stadien der Theilung, mit Glycerin behandelt. In Fig. 10 steht die Theilung unmittelbar bevor. Die Theile der alten Mutterzellwand haben sich um die Zellenlänge von m bis m^1 von einander entfernt. Das Plasma ist schon in Theilung begriffen, daher haben sich die Endochrommassen nach m und m^1 gezogen, werden aber in der Mitte der Zelle noch durch eine Plasmabrücke zusammengehalten. In den Zellen 11—14 ist der Ringschnitt bereits ausgebildet, aber die Theile der Mutterwand haben sich noch nicht von einander entfernt und das Plasma mit dem Endochrom concentrirt sich noch in der Mitte der Zelle. Fig. 15. Mit Chlorzink-Jod behandelt. Die Zelle hat ihre Länge verdoppelt und das Plasma hat die Theilung bereits fast vollständig vollzogen, denn die endochromhaltigen Plasmamassen haben sich völlig von einander getrennt. Figg. 16—18. Mit Salpetersäure behandelt. Fig. 17 vor der vollendeten Theilung. In Fig. 16 hat sich bereits die Mittelwand als zarte Lamelle ausgeschieden. In Fig. 18 hat dieselbe sich zur Doppelwand gespalten. Fig. 19. Endochromkörner mit dem hellen spaltenförmigen Fleck bei 1380facher Vergrösserung. Fig. 20. Eine Zelle, welche so eben den Ringschnitt gebildet hat, ist im Absterben begriffen. daher erscheint das Endochrom grün und körnig. Vergr. 1380.

Figg. 21—26. Eine Kette von Auxosporen bei 480facher Vergr. Die Auxosporen sind abwechselnd mit ihren Spitzen und mit ihren Stielen einander zugewendet und haben bei h und h^1, namentlich an der Stielseite sehr deutlich, die alten von einander gesprengten Wandstücke der Mutterzelle schon abgestreift. Figg. 27. 28. Zwei junge Auxosporen, mit Salpetersäure behandelt, bei 1380facher Vergr. Bei h und h^1 sieht

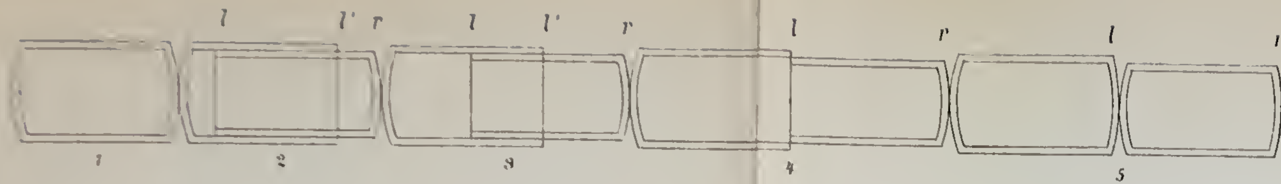
man die abgestreiften Hälften der Zellwand. Bei a ist die eine Hälfte bereits verloren gegangen. Die jungen Auxosporen sind durch Druck verbogen, wodurch die zarte Beschaffenheit ihrer Zellwand bewiesen ist. Figg. 29. 30. Zwei eben vollendete Auxosporen bei 1380facher Vergr.; h und h^1 sind die abgestreiften Zellhäute der Mutterzelle. Fig. 31. Eine Auxospore nach Abstreifung der alten Mutterzellwand, welche abnormer Weise eine doppelte Wand besitzt. Vergr. 1380. Fig. 32. Eine Auxospore im ersten Stadium der Keimung. Bei c sieht man die äussere Zellwand durch den Zirkelschnitt zersprengt. Bei i wird die innere Zellwand sichtbar. Vergr. 480. Fig. 33. Eine Auxospore, deren Wand nach Bildung des Zirkelschnitts durch Druck auf einer Seite auseinander gedrängt wurde. Man sieht, dass innerhalb der alten Wand sich schon eine neue gebildet hat. Vergr. 480. Fig. 34. Die Auxospore hat sich schon in 4 Zellen getheilt, nämlich die Vorderzelle (v), die Hinterzelle (h), eine noch ungetheilte Zelle (e) und eine Zelle, welche ihre Wand bereits durch den Zirkelschnitt gesprengt hat. Vergr. 480. Fig. 35. Eine Auxospore nach der ersten Theilung. Vergr. 480.

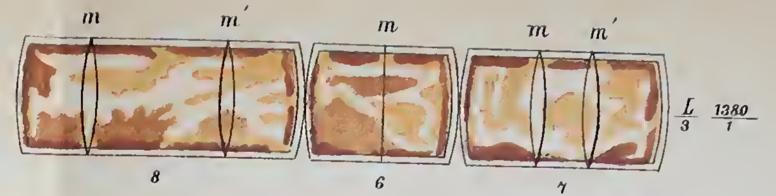
Tafel II.

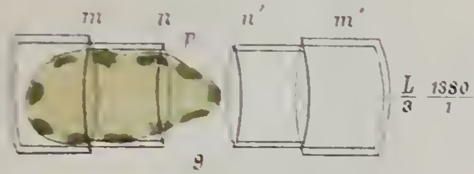
Figur 36. Zwei Zellen von Melosira im ersten Stadium der Theilung. Im Innern der alten Zellwand hat sich bereits ringsum eine neue gebildet und bei z ist die alte durch den Zirkelschnitt zersprengt. Gezeichnet mit dem Oel-Immersionssystem 1/18" und Ocular Nr. 5 von Zeiss, bei 1980facher Vergrösserung. Fig. 37—47. Frustulia saxonica. Figg. 37—43; 45 gezeichnet mit dem Oel-Immersionssystem von Zeiss bei 1980facher Vergrösserung. Figg. 46. 47 sind gezeichnet mit dem Wasser-Immersionssystem L. Ocular 3, bei 1380facher Vergrösserung. Es sind ungewöhnlich kleine Exemplare. Fig. 37. Hauptseite. Man sieht in der Mitte den Cytoblasten, an den Enden die Verdickungen der Mittelrippe. Fig. 38. Nebenseite. In der Mitte liegt der Kern, gegen die Enden des Endochroms

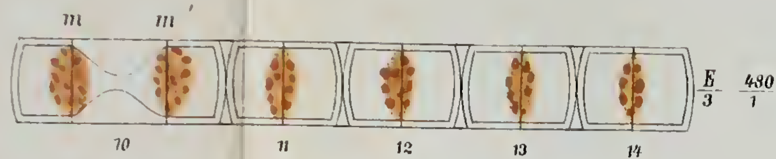
hin je ein Oeltropfen. Fig. 39. Nebenseite, durch Dehnung im Querdurchmesser vergrössert. Es sind grössere Fettmassen ausgebildet. Fig. 40. An den Enden (bei s) beginnt die Bildung der einfachen Scheidewand. Fig. 41. Die Scheidewand hat sich ihrer ganzen Länge nach ausgebildet und fängt an den Enden an sich zu spalten. Fig. 42. Auch in der Mitte entsteht ein Spalt; an den Enden beginnt die Rippenbildung. Fig. 43. Der Spalt ist vollendet, ebenso die Rippenbildung. Fig. 45. Im optischen Längsschnitt gezeichnet. Eine kleine Navicula (n) hat bei s in der Frustulia einen Eindruck hervorgerufen. Ebenso ist die auf der Nebenseite liegende Frustulia A. durch die Hauptseite des Schiffchens B an der Flanke etwas abgeplattet. Fig. 46. Eine Frustulia auf der Hauptseite nach der Behandlung mit Chlorzink-Jod. Die vermeintliche Zellwand ist nicht mehr sichtbar. Fig. 47. Eine Frustulia, welche nach der Behandlung mit Chlorzink-Jod durch Druck verbogen ist. Fig. 44. Halbschematische Zeichnung der Bewegung verschiedener Schiffchen über einander in entgegengesetzter Richtung.

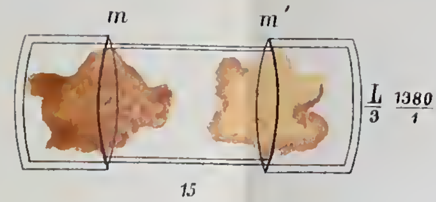
Druck von Herm. J. Ramm in Leipzig.

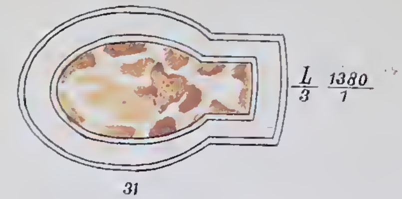


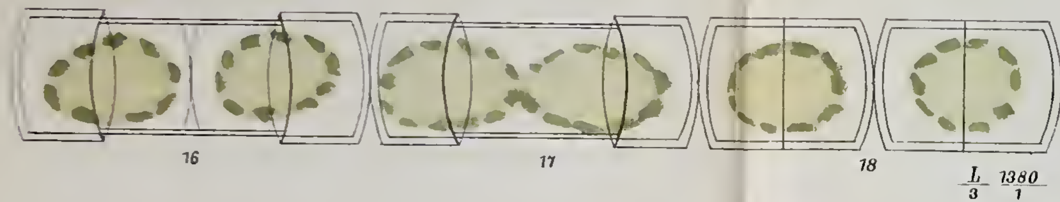


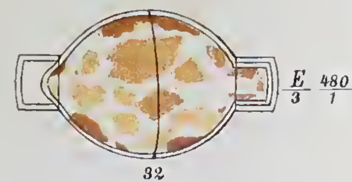


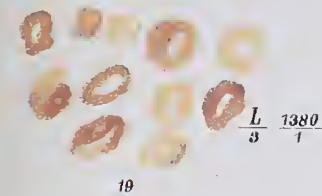


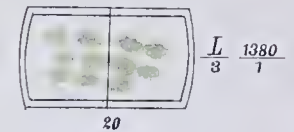


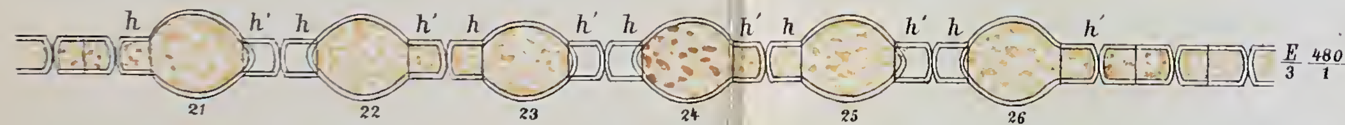


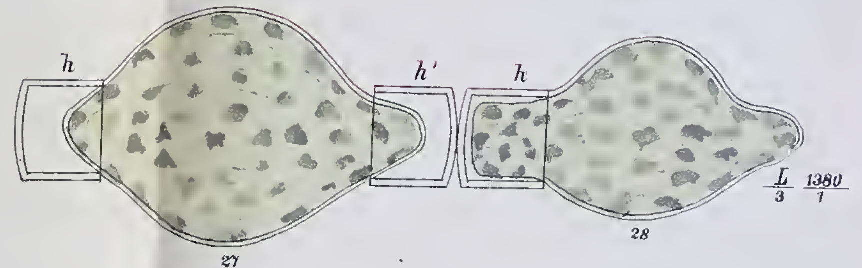


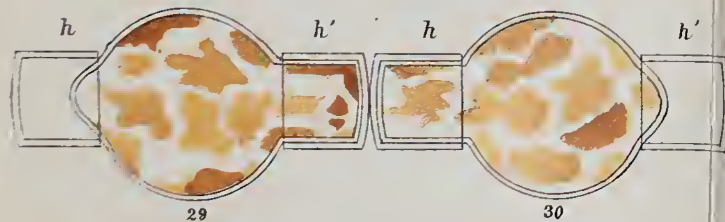


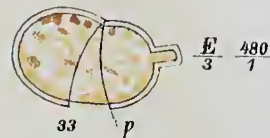


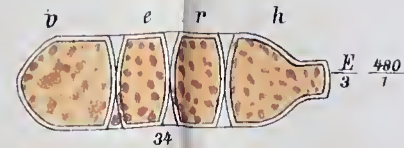








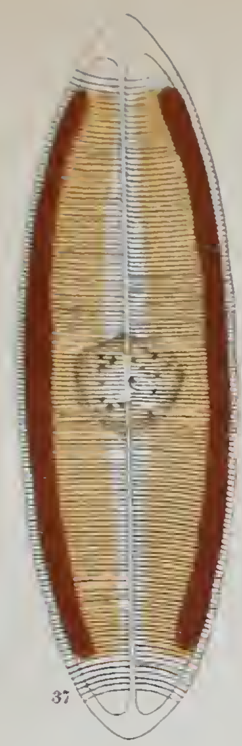






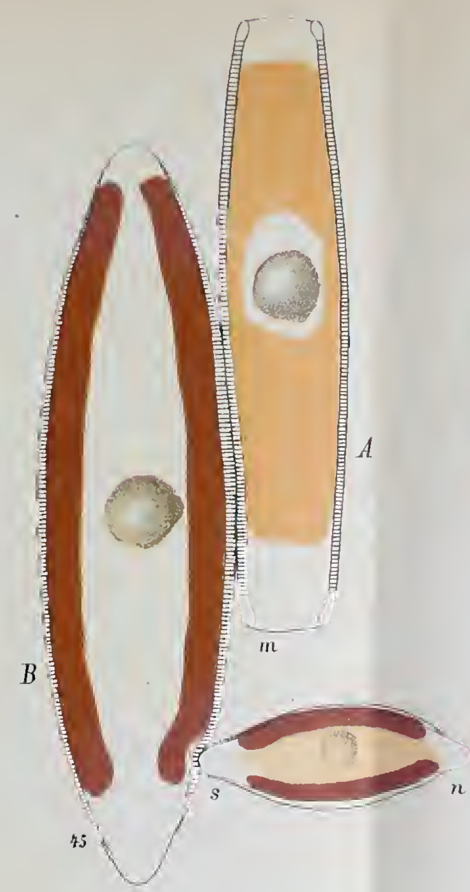
Verlag v. Fr. Eugen Köhler, Gera.

Lith Müller & Eismann, Leipzig.



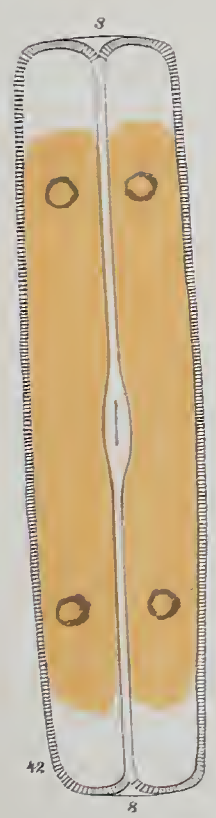


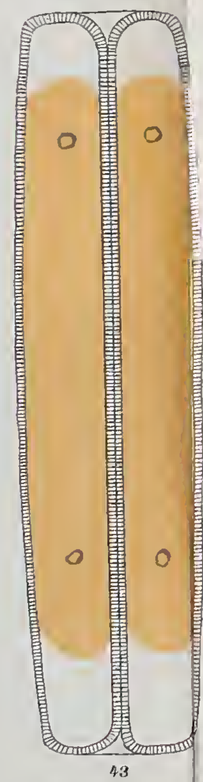




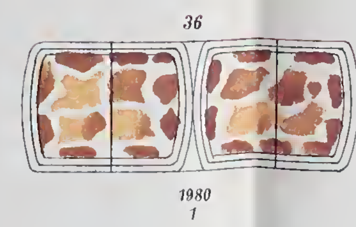


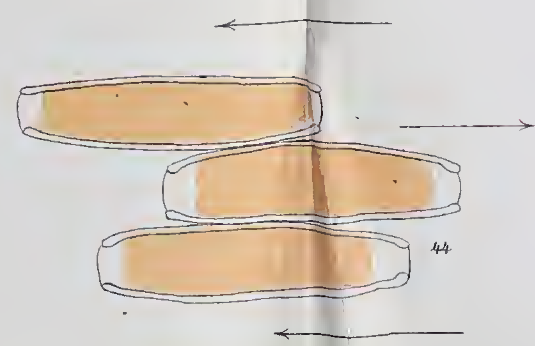


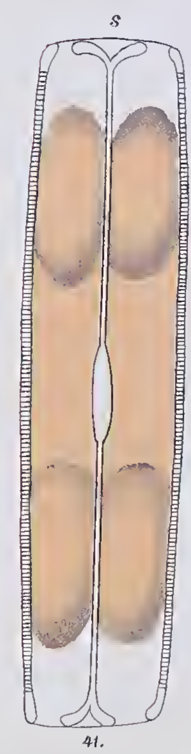












Hauer Diatomeen.

Verlag v. Fr. Eugen Köhler, Gera.

Lith. Müller & Eismann, Leipzig.